

783.1005

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: Kustaa NYHOLM
Serial No.: Not yet known
Filed: Herewith
For: METHOD AND APPARATUSES FOR DIGITAL
IMAGING

LETTER RE PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231-9998

June 13, 2001

Dear Sir:

Applicant hereby claims the priority of Finnish Patent Application No. 982704 filed
December 14, 1998 through International Patent Application No. PCT/FI99/01028 filed
December 13, 1999.

Respectfully submitted,



Martin G. Raskin
Reg. No. 25,642

sy/lc

Power of Attorney
Reg. No. 44,152

Steinberg & Raskin, P.C.
1140 Avenue of the Americas, 15th Floor
New York, NY 10036-5803
Telephone: (212) 768-3800
Facsimile: (212) 382-2124
E-mail: sr@steinberggraskin.com

This Page Blank (uspto)

Helsinki 11.2.2000

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 14 MAR 2000

WIPO PCT



Hakija
Applicant

Planmed Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

982704

Tekemispäivä
Filing date

14.12.1998

Kansainvälinen luokka
International class

H04N

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Digitaalinen kuvantamismenetelmä ja laitteita digitaalisessa kuvantamisessa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5204
Telefax: + 358 9 6939 5204

Digitaalinen kuvantamismenetelmä ja laitteita digitaalisessa kuvantamisessa

Keksinnön kohteena on digitaalinen kuvantamismenetelmä, jossa menetelmässä kuvannettavaa kohdetta säteilytetään ja säteily ilmaistaan puolijohdeantureilla, joiden kattama alue on olennaisesti pienempi kuin kuvanmuodostuspinta.

Edelleen keksinnön kohteena ovat laitteet digitaalisessa kuvantamisessa, jossa kuvantamisessa käytetään säteilylähdettä kuvannettavan kohteen säteilyttämiseksi ja puolijohdeantureita säteilyn ilmaisemiseksi, jolloin puolijohdeantureiden kattama alue on olennaisesti pienempi kuin kuvanmuodostuspinta. Erityisesti keksinnön kohteena on tällaista tekniikkaa soveltava mammografialaite.

Erilaisia kuvantamismenetelmiä käytetään monenlaisissa sovelluksissa. Mm. lääketieteen ja biotekniikan kuvantamissovelluksissa on tyypillistä johtaa kuvannettavan kohteen läpi ja edelleen kuvanmuodostuspinnalle röntgen-, gamma- tai beta-säteilyä. Viime vuosina on perinteisten filmipohjaisten kuvantamismenetelmien rinnalle kehitetty digitaalisia kuvantamismenetelmiä, joissa kuvanmuodostuspintana käytetään puolijohdeantureita, kuten CCD-antureita (Charge-Coupled Device) tai CMOS-antureita (Complementary Metal-Oxide Semiconductor).

Mammografia on tyypillinen lääketieteelliseen tekniikkaan liittyvä digitaalisen kuvantamisen sovellusalue, jossa edellytetään laajaa kuvanmuodostuspintaa, tyypillisesti vähintään kokoa 18 x 24 cm, ja suurta resoluutiota. Mammografiassa asetetaan myös tiukat rajat hyväksyttävälle säteilyaltistukselle. Mammografiakuvaus edellyttää myös kuvanmuodostuspintaa, jonka aktiivinen alue ulottuu kolmelta sivultaan mahdollisimman lähelle kuvantamisalueen ulkoreunaa, jotta rintakehä ja molemmat kainalot voidaan asettaa

kuvausta varten niin, että mahdollisimman paljon kudosta saadaan näkyviin.

Puolijohdeanturit valmistetaan tyypillisesti piistä. Tällaisten anturien yksi haittapuoli on kalleus, sillä anturin koon kasvaessa sen valmistuskustannukset pinta-alaa kohti kasvavat eksponentiaalisesti. Yhden puolijohdeanturin valmistaminen tulee näin erittäin kalliiksi sovellutuksissa, joissa tarvitaan laajaa kuvanmuodostuspintaa.

10

Edellä kuvattua ongelmaa on yritetty kiertää valmistamalla kuvanmuodostuspinta mosaiikkimaisesti useista pienemmistä puolijohdeantureista, kuten on kuvattu esimerkiksi GB-patenttijulkaisussa 2 305 096. Tällaisissa ratkaisuissa ongelmaaksi muodostuu yhtenäisen kuvanmuodostuspinnan aikaansaaminen, koska suorakaiteen muotoisesta puolijohdeanturista tyypillisesti yksi reuna on varattu ohjauskytkennöille. Tällöin anturien kaikkia reunoja ei voida liittää toisen anturin aktiiviseen alueeseen, vaan niiden väliin jää aina pieni rako. Rakojen aiheuttamien haittojen kompensoimiseksi voidaan käyttää erilaisia linsseihin tai kuituoptiikkaan perustuvia ratkaisuja, mutta linssien haittana on huono hyötysuhde ja kuituoptiikan käyttö aiheuttaa suuria lisäkustannuksia. Joissakin sovelluksissa ongelmaa on yritetty ratkaista valmistamalla laajapintainen anturi amorfiseen piihin perustuvalla puolijohdetekniikalla, mutta tällöin saavutettavissa oleva resoluutio ei riitä suurta tarkkuutta edellyttäviin lääketieteellisiin sovellutuksiin, kuten esimerkiksi mammografiaan.

30

Eräs tunnettu ratkaisu laajan kuvanmuodostuspinnan aikaansaamiseksi on puolijohdeantureiden järjestäminen shakkilautakuvion omaiseen muotoon riveiksi ja sarakkeiksi siten, että olennaisesti joka toinen shakkilautakuvion ruutu käsittää puolijohdeanturin niin, että yhteen suuntaan, esimerkiksi rivien suuntaisesti antureilla on ylitystä

35

suhteessa shakkilautakuvion ruutuun ja vastaavasti ortogonaaliseen suuntaan eli sarakkeiden suuntaisesti antureiden väliin jää rako. Tällöin puolijohdeanturiasetelma järjestetään liikkuvaksi siten, että asetelma on siirrettävissä kahdesti suuntaan, jossa antureiden välillä on rako, ja anturiasetelma säteilytetään alkuasennossa sekä molempien asetelman siirtojen jälkeen. Tällöin koko anturiasetelman kattama pinta-ala lukuunottamatta kuvanmuodostuspinnan reunoille jääviä ruutuja saadaan kuvattua kolmella valotuksella.

Ongelmana yllä kuvatussa järjestelyssä on, että anturiasetelma joudutaan siirtämään ja pysäyttämään peräti kolmea eri valotusta varten. Näin kuvantamislaitteen mekaaninen rakenne muodostuu vaikeaksi toteuttaa, useat valotukset kuormittavat säteilylähdettä ja kuvausajasta tulee pitkä.

Liiallisen säteilyaltistuksen välttämiseksi on lääketieteellisissä sovelluksissa usein välttämätöntä kollimoinnin järjestäminen eli säteilyn rajaaminen varjostuksen avulla vain antureiden kullakin hetkellä kattamalle alueelle. Kollimoinnin toteutus muodostaa tällöin oman ongelma-alueensa. Kun esimerkiksi tyypillinen röntgensäteilylähte ei ole pistemäinen vaan sen ulkomitat ovat äärelliset, esimerkiksi luokkaa $0,3 \times 0,3$ mm, muodostuu laitteiston rakenteesta riippuen kuvannettavan kohteen reuna-alueille muutaman millimetrin levyinen puolivarjon alue, jolla säteily ei ole täysimääräistä. Tämän johdosta kollimointi on suunniteltava siten, että reuna-alueille muodostuu joko ylitystä tai alitusta, ts. että kuvannettavat alueet joko menevät hiukan päällekkäin tai että minkäänlaista päällekkäisyyttä ei synny. Tekniikan tason mukaista shakkilautakuviota käytettäessä ylitys kuitenkin aiheuttaa ristikonmuotoisella alueella säteilyannoksen kaksinkertaistumisen, pisteittäin jopa kolminkertaistumisen kuvannettavassa kohteessa, ja alitus puolestaan muodostuvaan kuvaan ristikon-

muotoisen alueen, jossa kuvainformaatiota on vähemmän kuin muualla tai josta se puuttuu kokonaan.

Edelleen ongelman muodostavat kuvanmuodostuspinnan reuna-
 5 alueet, joita ei saada kokonaan säteilytettyä. Kuvanmuodostuspinnan reunoille jää tyhjät ruudut, ts. vain joka toisen ruudun alueelta saadaan kuvainformaatiota, jolloin kuvanmuodostuspinnan reunat muodostavat eräänlaisen lin-
 nanmuurikuvion.

10

Keksinnön tavoitteena on kehittää kuvantamismenetelmä ja menetelmää toteuttavia laitteita siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua tai ainakin niiden haittoja pienennettyä. Nämä tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja
 15 laitteilla, joiden tunnusomaiset piirteet on määriteltä oheisissa patenttivaatimuksissa, erityisesti itsenäisten vaatimusten tunnusmerkkiosissa.

Erityisesti keksinnön tavoitteet saavutetaan järjestämällä
 20 puolijohdeanturit siten, että koko kuvanmuodostuspinta on kuvannettavissa kahdella säteilytyksellä siirtämällä puolijohdeantureita ainoastaan kerran säteilytysten välissä.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan puolijoh-
 25 deanturit järjestetään olennaisesti suorakaiteen muotoiseksi palkiksi siten, että mainittu palkki käsittää useita puolijohdeantureita, joko yhden tai kaksi sarakkeellista. Edullisesti puolijohdeantureiden ohjaamiseen ja muut tarvittavat kytkennät sijoitetaan tällöin anturin yhdelle si-
 30 vulle.

Edelleen keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan mainitut palkit järjestetään etäisyyden päähän toisistaan muodostamaan anturimatriisi siten, että etäisyys palkkien
 35 välillä on korkeintaan yhtä suuri kuin mainittujen palkkien puolijohdeantureiden aktiivisen alueen leveys.

Keksintö perustuu puolijohdeanturien järjestämiseen sellaiseen, edullisesti suorakaiteenomaiseen muotoon, että puolijohdeantureita ensimmäisestä asennosta toiseen asentoon siirtämällä ja säteilyttämällä kuvannettava kohde molemmissa asennoissa koko kuvanmuodostuspinta saadaan kate-
 5 tuksi, jolloin nämä kaksi kuvaa yhdistämällä saadaan yhtenäinen kuva koko kuvanmuodostuspinnasta. Kaihdinmatriisin avulla säteily on mahdollista rajata molemmissa asennoissa
 10 vain puolijohdeantureiden kattamalle alueelle.

Keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen etuna on helpos-
 ti toteuttavissa oleva mekaaninen rakenne sekä anturiase-
 telman että kollimoinnin suhteen. Anturi- ja kaihdinase-
 15 telmasta saadaan myös selkeästi kohdistettava ja raken-
 teeltaan tukeva. Valotuskertojen vähentyessä myös säteily-
 lähteen lämpökuormitus pienenee, minkä ansiosta säteily-
 lähteen jäähtytys ei muodostu merkittäväksi ongelmaksi ei-
 kä kuvausten välissä jouduta odottamaan kuvantamistyötä
 20 hidastavaa säteilylähteen jäähtymistä. Myös yksittäisen
 kohteen kuvaamiseen käytettävä aika lyhenee, kun koko ku-
 vanmuodostuspinta saadaan katettua jo kahdella kuvauksel-
 la. Edelleen päästään eroon kuvanmuodostuspinnan reunan
 tyhjistä ruuduista, ts. saadaan suorat kuvanmuodostuspin-
 25 nan reunat, ja myös edellä kuvatut kollimoinnista aiheutu-
 vat haitat ovat pienempiä kuin tunnetun tekniikan mukai-
 sissa ratkaisuissa.

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin sen edullisten suori-
 30 tusmuotojen avulla ja oheisiin kuvioihin viittaamalla,
 joista kuvioista

kuvio 1 esittää keksinnön esimerkinomaista toteutusta mam-
 mografiakuvauksen yhteydessä,

35

kuvio 2a esittää yhtä edullista anturipalkin rakennetta,

kuvio 2b esittää toista edullista anturipalkin rakennetta,

kuvio 3 esittää yhtä edullista anturimatriisirakennetta ja

5

kuvio 4 esittää yhtä edullista anturipalkin muodostustapaa.

Kuviossa 1 keksinnön toteutusta kuvataan esimerkinomaisesti 10 ti mammografiakuvauksen yhteydessä, mutta luonnollisesti keksintöä voidaan käyttää missä tahansa muussa vastaavassa digitaalisessa kuvantamisessa. Kuvion 1 mukaisesti puolijohdeanturit 1 järjestetään olennaisesti suorakaiteen muotoisiksi anturipalkeiksi 2, joista anturipalkeista 2 muodostuu 15 liikkuva anturimatriisi 3. Anturipalkit 2 järjestetään anturimatriisiin 3 toisiinsa nähden kiinteästi siten, että anturipalkkien 2 väliin jää anturipalkkia 2 kapeampi tyhjä alue. Kollimointi toteutetaan olennaisesti suorakaiteen muotoisilla kaihtimilla 4, jotka puolestaan muodostavat 20 liikkuvan kaihdinmatriisin 5, jossa kaihtimet 4 on asetettu toisiinsa nähden kiinteästi. Kaihdinmatriisi 5 asetetaan kuvausta varten siten, että kaihtimet 4 varjostavat säteilylähteestä 6 katsottuna anturimatriisiin 3 anturipalkkien 2 väliset tyhjät alueet, jolloin näille alueille ei kohdistu säteilyä. Kaihdinrakenne voidaan sijoittaa 25 joko kuten kuviossa 1 kuvannettavan kohteen välittömään läheisyyteen tai etäisyyden päähän siitä, jopa aivan säteilylähteen välittömään läheisyyteen. Kuvannettava kohde 7, mammografiassa tyypillisesti rinta, asetetaan kaihdinmatriisiin 5 ja anturimatriisiin 3 väliin ja kohdetta säteilytetään säteilylähteestä 6 saatavalla säteilyllä. Puolijohdeanturit 1 ilmaisevat vastaanottamansa säteilyn, jonka perusteella muodostetaan digitaalinen kuvainformaatio näytteenotto- ja pitopiirin 8 ja analogia- 35 digitaaliomuuntimen 9 avulla. Kuvainformaatiota voidaan tarvittaessa muokata lisää esimerkiksi pimeävirran ja mah-

dollisten epälineaarisuuksien kompensoimiseksi. Kuvainformaatio siirretään eteenpäin joko prosessointivälineille 10 tai muistielimelle 11. Tämän jälkeen ja kuvannettavan kohteen 7 pysyessä paikoillaan anturimatriisia 3 siirretään sivuttaissuunnassa siten, että anturipalkit 2 peittävät olennaisesti samat kohdat, missä ennen siirtoa oli anturipalkkien 2 väliset tyhjät kohdat. Tyypillisesti mammografiassa kuvannettava kohde 7 eli rinta pidetään paikallaan puristusvälineiden (ei kuvattu) avulla. Kaihdinmatriisia 5 siirretään vastaavasti siten, että kaihtimet 4 varjostavat nyt anturimatriisin 3 uuden sijainnin mukaiset anturipalkkien 2 väliset tyhjät alueet. Kuvannettava kohde 7 säteilytetään toisen kerran anturimatriisin 3 ja kaihdinmatriisin 5 uusilla asetuksilla, ja ensimmäisen säteilytyksen perusteella muodostettuun kuvainformaatioon yhdistetään toisen säteilytyksen perusteella muodostettava kuvainformaatio prosessointivälineissä 10. Näin kahdella säteilytyksellä saadaan muodostettua kuva koko kuvanmuodostuspinnasta.

20 Edellä kuvatulla ratkaisulla saavutetaan huomattavia etuja tunnettuun tekniikkaan nähden. Keksinnön mukainen mekaaninen rakenne on helpompi toteuttaa sekä anturimatriisin että kollimoinnin suhteen. Suorakaiteen muotoisista anturipalkeista muodostuva anturimatriisi on selkeästi kohdistettavissa ja se on rakenteeltaan tukeva. Kaihdinmatriisi on myös helppo rakentaa ja se on helposti kohdistettavissa anturimatriisin suhteen. Edelleen kun kuvannettavaa kohdetta säteilytetään vain kahdesti säteilylähteen kuormitus pienenee, mikä pidentää sen käyttöikää ja nopeuttaa kuvantamistatyötä säteilylähteen jäähdytystarpeen pienentyessä, ja myös yksittäisen kohteen kuvantamiseen kuluva aika lyhenee.

35 Yhtenäiseen kuvanmuodostuspintaan verrattuna keksinnön mukaisessa järjestelyssä tarvitaan vain puolet puolijohdean-

tureiden aktiivisesta pinta-alasta. Toisaalta esimerkiksi CMOS-antureita käytettäessä keksintö voidaan haluttaessa toteuttaa siten, että minkäänlaisia linsseihin tai kuituoptiikkaan perustuvia järjestelyjä puolijohdeantureiden
5 välisten rakojen kompensoimiseksi ei tarvita.

Kun anturi- ja kaihdinmatriisia siirretään vain kerran, joudutaan huolehtimaan ainoastaan yhteen suuntaan toteutettavan siirron tarkkuudesta. Näin kaihdinmatriisin mi-
10 toitus ja kohdistus on mahdollista tehdä siten, että ylit-
tys säteilytettävissä alueissa vähenee merkittävästi ja siten kollimoinnin haitat tunnettuihin ratkaisuihin verrattuna pienenevät.

15 Digitaalisen kuvan lopullinen muodostaminen voidaan tehdä kytkemällä kuvantamislaitteisto tietokoneeseen, jolloin voidaan hyödyntää tietokoneen muistia ja prosessointivälineitä. Kuvion 1 mukaiset prosessointivälineet 10 voidaan myös toteuttaa esimerkiksi dedikoidulla ACID-piirillä
20 (Application Specific Integrated Circuit), jonka yhteyteen on liitetty muistivälineet 11, esimerkiksi FLASH-muistia. Sinänsä lopullisen kuvainformaation muodostaminen on alan ammattimiehelle tunnettua tekniikkaa eikä sen tarkempi se-
lostaminen ole keksinnön toteutuksen kannalta tarpeen.

25

Keksinnön yhden edullisen toteutusmuodon mukaan anturimatriisiin 3 asetettavat anturipalkit 2 muodostetaan anturipalkkeja 2 olennaisesti pienemmistä puolijohdeantureista 1. Kuvioissa 2a ja 2b on kuvattu kaksi edullista tapaa
30 järjestää puolijohdeanturit 1 anturipalkiksi 2. Molemmissa kuvioissa anturipalkki 2 käsittää puolijohdeantureita 1a, 1b, . . . , jotka on järjestetty suorakaiteen muotoiseksi anturipalkiksi 2. Tyypillinen puolijohdeanturi 1n käsittää aktiivisen alueen A, jota käytetään vastaanotetun säteilyn
35 ilmaisemiseen ja kytkentäalueen K, jota kautta välitetään anturin 1n ohjaussignaalit ja varausten purku eli tässä

tapauksessa kuvainformaation keruu. Puolijohdeanturissa 1n on tyypillisesti vähintään yksi reuna varattu kytkentäalueelle K, joten puolijohdeanturi 1n voidaan edullisesti liittää toiseen puolijohdeanturiin 1n kolmelta reunalta kuvion 2b mukaisesti, mikäli halutaan antureiden aktiivisten alueiden muodostavan yhtenäisen pinnan. Anturipalkki 2 voidaan näin muodostaa joko yhdestä ($1 \times N$) tai kahdesta ($2 \times N$) sarakkeesta puolijohdeantureita 1n. Anturipalkkien 2 välinen etäisyys anturimatriisissa 3 määräytyy käytettävien puolijohdeantureiden 1 aktiivisen alueen A leveyden #A mukaan, ts. anturipalkkien 2 välinen etäisyys voi maksimissaan olla yhden sarakkeen anturipalkkien 2 tapauksessa A:n leveyden #A verran (kuvio 3) tai kahden sarakkeen anturipalkkien yhteydessä $2 \times A$:n leveys eli $2 \times \#A$.

15 Kun anturipalkki 2 muodostetaan olennaisesti anturipalkkia 2 pienemmistä puolijohdeantureista 1n, ei tarvita suurikokoisia ja siten kalliita puolijohdeantureita. Edelleen kustannuksia säästää se, että yksittäisen puolijohdeanturin 1n vioittuessa se voidaan vaihtaa uuteen ilman, että koko anturipalkki 2 jouduttaisiin vaihtamaan.

Kuvio 3 esittää keksinnön mukaista tapaa järjestää anturipalkit 2 edullisesti siten, että kuvanmuodostuspinta muodostuu mahdollisimman suureksi ja kuvanmuodostuspinnan reunat saadaan yhtenäisiksi. Anturipalkit 2 muodostuvat yhdestä sarakkeesta ($1 \times N$) puolijohdeantureita 1n, jolloin uloimmat anturipalkit 2 asetetaan siten, että puolijohdeantureiden 1n kytkentäalue K sijoitetaan kohti anturimatriisin 3 sisäpuolta. Tällöin kuvanmuodostuspinta kattaa koko anturimatriisin 3 peittämän alueen eikä ns. linnanmuurikuviota muodostu kuvanmuodostuspinnan reunoille. Anturimatriisin 3 sisäpuolisten anturipalkkien 2 kytkentäalueiden sijoitus voidaan valita vapaasti, kunhan anturipalkkien väliset tyhjät alueet mitoitetään oikein. Anturipalkit 2 voidaan luonnollisesti muodostaa myös kahdes-

ta sarakkeesta ($2 \times N$) puolijohdeantureita 1n, mutta jos myös reunimmaiset anturipalkit 2 muodostetaan tällä tavoin, ei anturimatriisin 3 aktiivista aluetta saada ulottumaan sivusuunnassa aivan kuvantamispinnan reunoihin asti.

Luonnollisesti keksintöä voidaan myös ajatella sovellettavaksi rakentamalla anturimatriisi, jossa on erilaisia, siis esimerkiksi eri levyisiä aktiivisia alueita omaavia, sekä yksi- että kaksisarakkeisia, vastakkaisilla sivuilla olevia kytkentäalueita omaavia ja/tai jopa eri tekniikkaan perustuvia anturipalkkeja. Kuitenkin ja erityisesti jos tällaisia anturimatriiseja käytetään sovellutuksissa, joissa säteily on rajoitettava anturimatriisin alueelle, saatetaan samalla menettää joitakin keksinnöllä saavutettavissa olevia etuja.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan kaihdinmatriisin ja anturimatriisin liikkeet eivät ole kytkettyjä toisiinsa, vaan kumpaakin matriisia liikutetaan erikseen. Edullisesti tämä tehdään siten, että ensin siirretään anturimatriisi uuteen asemaansa ja sen jälkeen kohdistetaan kaihdinmatriisi anturimatriisin mukaan. Luonnollisesti keksintö voidaan kuitenkin toteuttaa myös siten, että kaihdinmatriisin ja anturimatriisin liikkeet ovat synkronoituja.

Anturien ja/tai kaihtimien liike voidaan toteuttaa esimerkiksi solenoideilla tai erillisillä servomoottoreilla. Erityisesti solenoidin käyttö on suositeltavaa, koska se on halpa, tarkka ja luotettava komponentti. Keksintö nimenaan mahdollistaa solenoidien käytön, kun sen mukaisesti antureita ja/tai kaihtimia tarvitsee siirtää ainoastaan kahden aseman välillä.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan puolijohdeanturit ovat säteilyn suoraan ilmaisuun perustuvia CMOS-antureita, joilla on tiettyjä etuja perinteisiin puolijohdeantureihin nähden. CMOS-antureilla saavutetaan parempi
 5 resoluutio kuin perinteisillä puolijohdeantureilla ja rinnakkaisväylätyyppisen tiedonsiirron ansioista ne mahdollistavat kuvainformaation nopeamman siirtämisen. CMOS-teknologia on yleisimmin sovellettava puolijohdeteknologia, minkä ansioista CMOS-piirien saatavuus on hyvä ja
 10 niiden valmistuskustannukset pienenevät teknologian kehityessä.

Kuviossa 4 on kuvattu eräs edullinen tapa muodostaa CMOS-antureista keksinnön mukainen anturipalkki. CMOS-anturit
 15 13, 14, . . . liitetään edullisesti suorakaiteen muotoiseen, olennaisesti palkin ulkomitat käsittävään säteilyn ilmaisimeen 12. Ilmaisimen 12 on valmistettu edullisesti seostetusta piistä (Si) tai kadmiumsinkkitelluriididisteestä (CdZnTe). Ilmaisimen ylä- ja alapinnan väliin generoidaan biasointijännite U_r , jonka avulla säteilyn synnyttämä virta kerätään lähimmän pikselin kohdalle. Syntyvä
 20 virta johdetaan CMOS-antureille 13, 14, . . . , jotka on liitetty ilmaisimeen 12 edullisesti mikroskooppisen pienten pallojohteiden eli ns. pallojuotoksen (bump bonding)
 25 avulla. CMOS-antureiden kytkentäalueella, antureiden päässä sijaitsevien liitinnastojen avulla antureille voidaan sekä syöttää kontrollisignaaleja että lukea ilmaistu säteily kuvainformaation muodostamista varten. Säteilyn ilmaisu CMOS-antureiden avulla on alan ammattimiehelle si-
 30 nänsä tunnettua.

Keksinnön mukaisesti voidaan tietysti käyttää myös sinänsä tunnettuja linssien tai kuituoptiikan käyttöön perustuvia puolijohdeantureita, jolloin kytkentäalueet on mahdollista
 35 sijoittaa anturin kolmiulotteisessa rakenteessa myös sellaiselle pinnalle, että anturin koko leveys saadaan hyö-

dynnetyksi säteilyä ilmaisevana aktiivisena alueena. Tällöin kuitenkin samalla menetetään osa keksinnöllä saavutettavissa olevista eduista.

- 5 Vaikka keksintöä on edellä kuvattu esimerkinomaisesti mammografiaan liittyen, voidaan sitä luonnollisesti käyttää myös minkä tahansa muun vastaavan kuvantamissovellutuksen yhteydessä. Keksinnön mukaisesti voidaan käyttää mitä tahansa puolijohdeantureiden ilmaistavissa olevaa säteilyä.

10

Erityisen hyödyllinen keksintö on lääketieteellisen tekniikan kuvantamissovellutuksissa, joissa tyypillisesti käytetään röntgen- tai gammasäteilyä, ja biotekniikan sovelluksissa, joissa tyypillisesti käytetään betasäteilyä.

- 15 Edelleen keksintö on sovellettavissa läpivalaisua hyödyntävissä teollisissa testaus- ja laaduntarkastusmenetelmissä.

- Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin, jolloin sen eri suoritusmuodot eivät rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin, vaan ne voivat vaihdella oheisten patenttivaatimusten määrittelemän suojapiirin puitteissa.
- 20

Patenttivaatimukset

1. Digitaalinen kuvantamismenetelmä, jossa menetelmässä kuvannettavaa kohdetta säteilytetään ja säteilyä ilmaistaan puolijohdeantureilla, jotka käsittävät aktiivisen alueen ja kolmiulotteisessa rakenteessaan alueen tai alueita ohjauskytkentöjä varten, jolloin puolijohdeanturien kattama alue on olennaisesti pienempi kuin kuvannettavan kohteen kuvanmuodostuspinta, tunnettu siitä, että kuvannettavaa kohdetta säteilytetään kaksi kertaa ja puolijohdeantureita siirretään uuteen asemaan säteilytysten välissä, jolloin anturit järjestetään kattamaan kuvanmuodostuspinta siten, että koko kuvanmuodostuspinta saadaan kuvannetuksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että puolijohdeanturin kytkentäalue järjestetään sen yhdelle sivulle.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että puolijohdeanturit järjestetään muodostamaan olennaisesti suorakaiteen muotoinen palkki.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että mainittu palkki järjestetään muodostumaan yhdestä sarakkeesta (1 x N) puolijohdeantureita.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, puolijohdeanturit järjestetään palkissa siten, että niiden kytkentäalueet sijaitevat olennaisesti palkin yhdellä sivulla.
6. Jonkin patenttivaatimuksen 3-6 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että palkeista muodostetaan anturimatiriisi, jolloin palkit järjestetään etäisyyden pään hän toisistaan siten, että mainittu etäisyys on korkeintaan

yhtä suuri kuin puolijohdeantureiden palkeissa muodostaman aktiivisen alueen leveys.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen kuvantamismenetelmä,
5 tunnettu siitä, että anturimatriisin uloimmat palkit järjestetään siten, että niiden aktiivinen alue käsittää kuvanmuodostuspinnan ulkoreunat.

8. Patenttivaatimuksen 3 mukainen kuvantamismenetelmä,
10 tunnettu siitä, että mainittu palkki järjestetään käsittämään kaksi saraketta ($2 \times N$) puolijohdeantureita.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen kuvantamismenetelmä,
tunnettu siitä, että puolijohdeanturit järjestetään
15 palkissa siten, että niiden kytkentäalueet sijaitsevat olennaisesti palkin kahdella sivulla.

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että palkeista muodostetaan anturimatriisi, jolloin palkit järjestetään etäisyyden päähän
20 toisistaan siten, että mainittu etäisyys on korkeintaan yhtä suuri kuin puolijohdeantureiden palkeissa muodostaman aktiivisen alueen leveys.

25 11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että säteily rajataan olennaisesti anturien kattamalle alueelle, jossa rajaamisessa käytetään edullisesti sopivaa kaihdinrakennetta.

30 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että kaihdinrakennetta ja antureita liikutetaan erikseen.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 1-12 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että kaihdinrakenteen ja/tai
35 anturien liike toteutetaan solenoidien avulla.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 1-13 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että puolijohdeantureina käytetään CMOS-antureita.

5

15. Jonkin patenttivaatimuksen 1-14 mukainen kuvantamismenetelmä, tunnettu siitä, että menetelmää käytetään mammoграфиakuvausten yhteydessä.

- 10 16. Laite digitaalisessa kuvantamisessa, jossa kuvantamisessa käytetään säteilylähdettä kuvannettavan kohteen säteilyttämiseksi ja puolijohdeantureita säteilyn ilmaisemiseksi, jolloin puolijohdeanturit (1) käsittävät aktiivisen alueen (A) ja kolmiulotteisessa rakenteessaan alueen tai
- 15 alueita ohjauskytkentöjä varten (K) ja joiden puolijohdeantureiden (1) kattama alue on olennaisesti pienempi kuin kuvanmuodostuspinta, tunnettu siitä, että laitteeseen kuuluu välineet siirtämään puolijohdeantureita (1) uuteen asemaan kahden säteilytyksen välissä, jolloin puolijohdeanturit (1) ja välineet niiden siirtämiseksi on järjestetty
- 20 siten, että puolijohdeantureiden (1) kattama alue alkuasemassaan yhdistettynä puolijohdeantureiden (1) kattamaan alueeseen siirrettyssä asemassaan kattavat koko kuvanmuodostuspinnan.

25

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laite, tunnettu siitä, että puolijohdeanturin (1) kytkentäalue (K) on järjestetty sen yhdelle sivulle.

- 30 18. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen laite, tunnettu siitä, että useasta puolijohdeanturista (1n) on järjestetty muodostumaan olennaisesti suorakaiteen muotoinen palkki (2).

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laite, tunnettu siitä, että mainittu palkki (2) käsittää yhden sarakkeen (1 x N) puolijohdeantureita (1n).
- 5 20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen laite, tunnettu siitä, puolijohdeanturit (1n) on järjestetty palkissa (2) siten, että niiden kytkentäalueet (K) sijaitsevat olennaisesti palkin (2) yhdellä sivulla.
- 10 21. Jonkin patenttivaatimuksen 18-20 mukainen laite, tunnettu siitä, että palkit (2) muodostavat anturimatirisiin (3), jossa palkit (2) sijaitsevat etäisyyden (A#) päässä toisistaan siten, että mainittu etäisyys (A#) on korkeintaan yhtä suuri kuin puolijohdeantureiden (1n) mainituissa palkeissa (2) muodostaman aktiivisen alueen (A) leveys.
- 15 22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen laite, tunnettu siitä, että anturimatriisin (3) uloimpien palkkien (2) aktiivinen alue (A) käsittää kuvanmuodostuspinnan ulkoreunat.
- 20 23. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laite, tunnettu siitä, että mainittu palkki (2) käsittää kaksi saraketta (2 x N) puolijohdeantureita (1n).
- 25 24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen laite, tunnettu siitä, että puolijohdeanturit (1n) on järjestetty palkissa (2) siten, että niiden kytkentäalueet (K) sijaitsevat olennaisesti palkin (2) kahdella sivulla.
- 30 25. Patenttivaatimuksen 23 tai 24 mukainen laite, tunnettu siitä, että mainitut palkit (2) muodostavat anturimatirisiin (3), jossa palkit (2) sijaitsevat etäisyyden (A#) päässä toisistaan siten, että mainittu etäisyys (A#)
- 35 on korkeintaan yhtä suuri kuin puolijohdeantureiden (1n)

mainituissa palkeissa (2) muodostaman aktiivisen alueen (A) leveys.

26. Jonkin patenttivaatimuksen 16-25 mukainen laite, tun-
5 nettu siitä, että siihen kuuluu välineet säteilyn rajaa-
miseksi olennaisesti anturien (1) kattamalle alueelle,
jotka välineet käsittävät edullisesti sopivan kaihdinra-
kenteen (4, 5).

10 27. Patenttivaatimuksen 26 mukainen laite, tunnettu
siitä, että siinä on erilliset välineet yhtäältä kaihdin-
rakenteen (4, 5) ja toisaalta anturien (1) liikuttamiseksi.

28. Jonkin patenttivaatimuksen 16-27 mukainen laite, tun-
15 nettu siitä, että mainitut välineet kaihtimien (4, 5)
ja/tai anturien (1) liikuttamiseksi käsittävät solenoidin.

29. Jonkin patenttivaatimuksen 16 - 28 mukainen laite,
tunnettu siitä, että puolijohdeanturit (1) ovat CMOS-
20 antureita.

30. Mammografialaitteisto, johon kuuluu minkä tahansa vaa-
timuksen 16-29 mukainen laite kuvannettavan kudoksen digi-
taalisesti kuvantamiseksi.

(57) Tiivistelmä

Digitaalinen kuvantamismenetelmä, jossa kuvannettavaa kohdetta säteilytetään ja säteily ilmaistaan puolijohdeantureilla (1), joiden kattama alue on pienempi kuin kuvanmuodostuspinta. Puolijohdeanturit (1) järjestetään siten, että kuvanmuodostuspinta voidaan kuvata kahdella säteilytyksellä siirtämällä puolijohdeantureita (1) säteilytysten välissä. Säteily voidaan rajata antureiden (1) kattamalle alalle kaihtimin (4). Puolijohdeanturit (1) järjestetään edullisesti suorakaiteen muotoisiksi palkkeiksi (2), jotka käsittävät useita puolijohdeantureita (1) yhden tai kahden sarakkeen muodossa, jolloin palkit (2) järjestetään edullisesti etäisyyden päähän toisistaan, joka etäisyys on korkeintaan yhtä suuri kuin palkkien puolijohdeantureiden aktiivisen alueen leveys.

(Kuvio 1)

L5

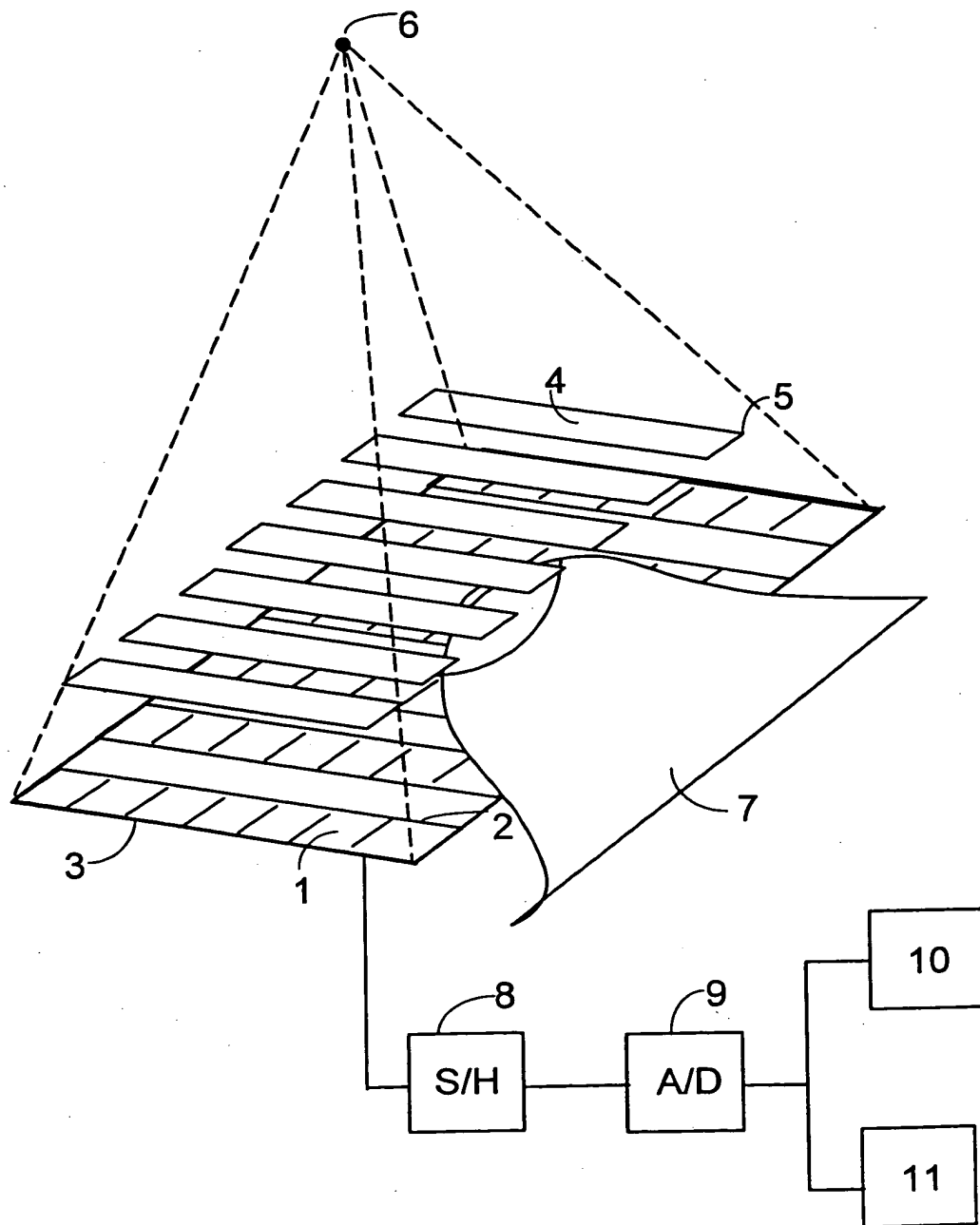


FIG. 1

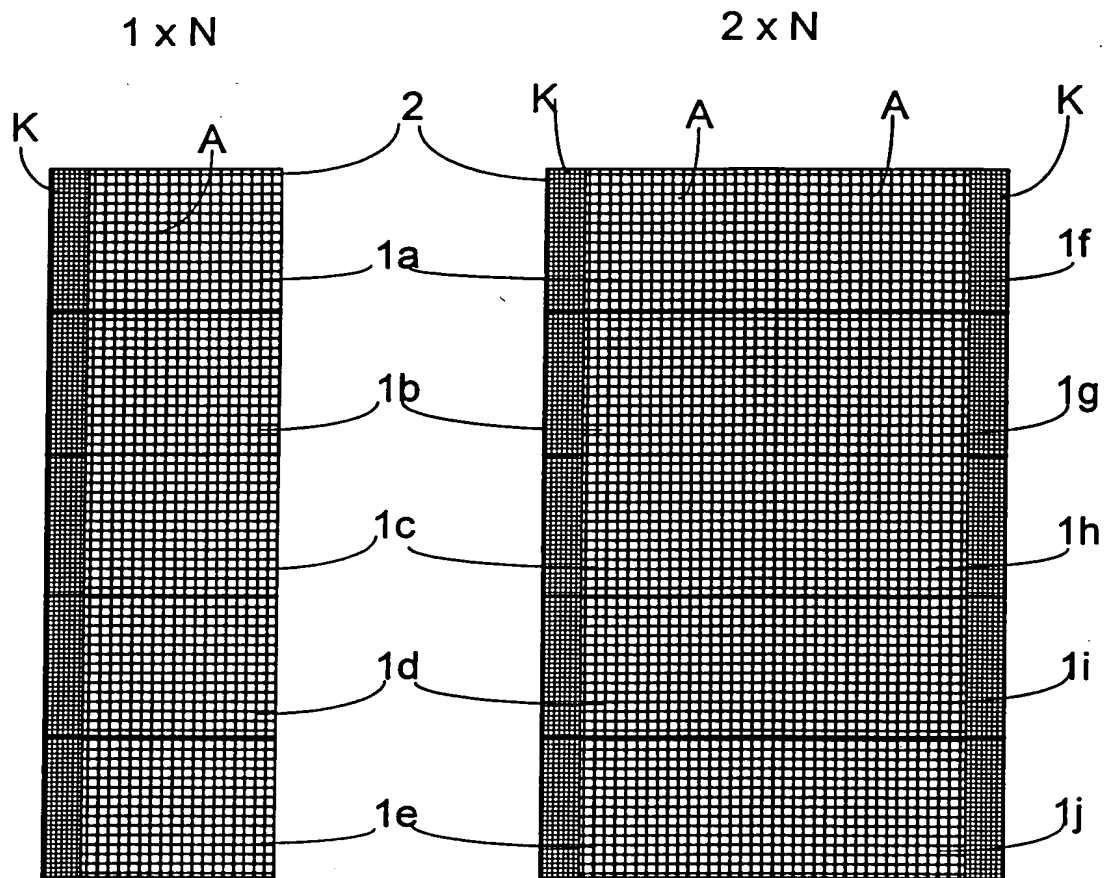


FIG. 2a

FIG. 2b

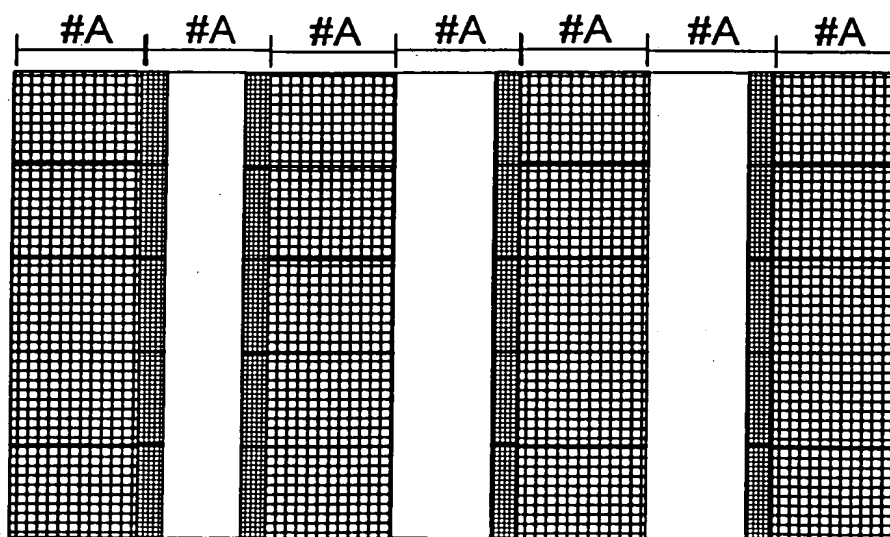


FIG. 3

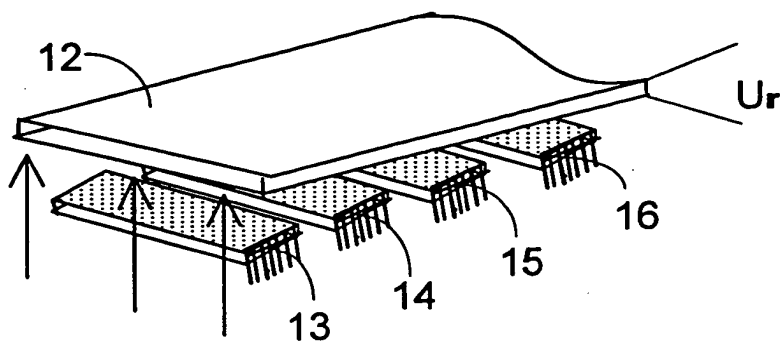


FIG. 4